

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

**NÁVRH ODKANALIZOVÁNÍ OBCE
ROVENSKO**
The sewer system design in village Rovensko
bakalářská práce

Autor:

Alois Pospíšil

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.

Ostrava 2015

Zadání bakalářské práce

Student:

Alois Pospíšil

Studijní program:

B2102 Nerostné suroviny

Studijní obor:

2102R006 Technologie a hospodaření s vodou

Téma:

Návrh odkanalizování obce Rovensko
The sewer system design in village Rovensko

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Popis stávajícího stavu
3. Teoretické principy řešení daného problému
4. Návrh možných variant řešení, výběr vhodné varianty a její následné rozpracování (výpočetní část, grafická část)
5. Odhad ekonomických nákladů rozpracované varianty řešení
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

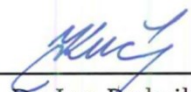
- [1] HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P.: Příručka stokování a čištění. Vydavatelství NOEL 2000 s.r.o., Brno, 2001, 251s.
- [2] NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M.: Zdravotně inženýrské stavby 30. Skriptum ČVUT, Praha, 1998, 149s.
- [3] REŠETKA, D.: Stokování a čištění odpadních vod II - čištění odpadních vod. ES VUT Brno 1990.
- [4] ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [5] ČSN 01 3463. Výkresy Inženýrských staveb - Výkresy kanalizace. Praha: Český normalizační institut, 1996.

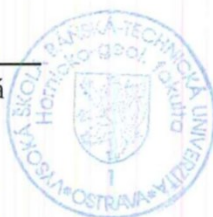
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015


doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu




prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne

.....

Podpis autora

Poděkování

Na této straně bych rád poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáš Dvorský, Ph.D. za jeho pomoc a užitečné rady při vypracování práce. Poděkování patří také lidem ze stavební divize společnosti FORTEX - AGS a ČÚZK Šumperk, za ochotu a poskytnutí podkladů. V neposlední řadě mojí rodině za podporu při studiu.

Anotace

Obsahem bakalářské práce je vypracování návrhu odkanalizování obce Rovensko. Je zde řešena problematika odvedení odpadní vody z obce pomocí gravitační kanalizace, až na čistírnu odpadních vod. Práce je rozdělena do dvou částí, na část teoretickou a praktickou.

V teoretické části je popsána charakteristika území obce, současný stav kanalizace a její problémy. Dále je uvedena příslušná legislativa, technické principy řešení a navrhování stokových sítí.

Praktická část zahrnuje výběr nejvhodnější varianty řešení a její samotné vypracování. V projektu je řešena výkresová část, včetně hydrotechnických výpočtů a předpokládaných ekonomických nákladů na výstavbu díla.

Klíčová slova

Kanalizace, stoková síť, čistírna odpadních vod, odpadní voda, splašky, dešťová voda.

Abstract

The content of this thesis is drafting Rovensko village sewer system. There is solved the problems of drainage of waste water from the village using the gravity sewer to the wastewater treatment plant. The work is divided into two parts, theoretical and practical.

The theoretical part describes the characteristics of the municipality, the current state of sewerage and problems. Further, appropriate legislation, technical principles of analysis and design of sewer networks.

The practical part includes a selection of the best possible solutions and develop its own. The project is designed drawing documentation, including hydrodynamic calculation and anticipated economic cost of the construction work.

Keywords

Sewer, sewersystem, wastewater treatment, wastewater, sewage, rainwater.

Obsah

1	Úvod	1
2	Popis stávajícího stavu	3
2.1	Charakteristika obce Rovensko a okolí obce	3
2.2	Přírodní poměry území a klimatické podmínky	4
2.3	Hydrologie	4
2.4	Popis stávajícího kanalizačního systému	5
2.5	Specifikace problémů	7
3	Teoretické principy řešení daného problému	8
3.1	Legislativa	8
3.2	Technické řešení	10
3.3	Základní terminologie problematiky odkanalizování	10
3.4	Způsob dopravy odpadních vod	11
3.5	Systémy stokových sítí	13
3.6	Soustavy stokových sítí	13
3.7	Druhy odpadních vod	14
3.8	Trubní materiály a tvary konstrukce stokových sítí	15
3.8.1	Materiály	16
3.8.2	Tvary stok	17
3.9	Objekty na stokové síti	18
3.10	Navrhování stokových sítí - zásady	20
3.11	Vodotěsnost a zkoušení vodotěsnosti nových stokových sítí	22
3.12	Čištění stok	23
4	Návrh možných variant řešení, výběr vhodné varianty a její rozpracování	25
4.1	Vybudování gravitační oddílné kanalizace s čištěním v ČOV Zábřeh	25
4.2	Vybudování jednotné gravitační kanalizace s čištěním v ČOV Rovensko	25
4.3	Rozpracování doporučené varianty	25
4.3.1	Příčné schéma profilu kanalizačního potrubí	26
4.3.2	Situace	26
4.3.3	Podélné profily	27
4.3.4	Hydrotechnická situace	31
4.3.5	Hydrotechnické výpočty	33
5	Odhad ekonomických nákladů	38
6	Závěr	41
7	Seznam použité literatury	42
8	Seznam obrázků, tabulek a příloh	46
8.1	Seznam obrázků	46
8.2	Seznam tabulek	46
8.3	Seznam příloh	47

Seznam použitých zkratek

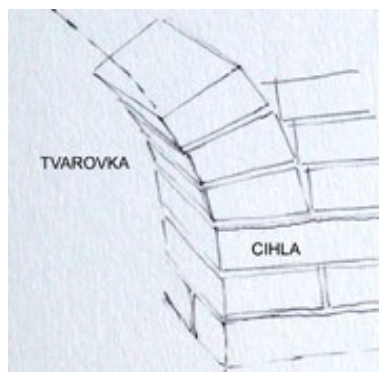
Zkratka	Popis
a. s.	akciová společnost
atd.	a tak dále
cm	centimetr
č.	číslo
ČOV	čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČS	čerpací stanice
ČSN EN	Česká technická norma Evropská norma
ČÚZK	Český ústav zeměměřičský a katastrální
DN	Diameter Nominal (jmenovitý průměr)
EU	Evropská unie
ha	hektar
Kč	korun českých
km	kilometr
$\text{l} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{km}^2$	litrů za sekundu na kilometr čtvereční
lpe	lineární polyetylen
m n.m.	metrů nad mořem
m	metr
$\text{m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$	metr krychlový za hodinu
mm	milimetr
MPa	jednotka tlaku (megapascal)
OV	odpadní voda
PE	polyetylen
pH	záporný dekadický logaritmus
PP	polypropylen
PP-HD	vysokohustotní lineární polyetylén
př. Kr.	před Kristem
PVC	polyvinylchlorid
RD	rodinný dům

rPE	rozvinutý polyetylen
Sb.	Sbírka zákonů
tzv.	tak zvaně
VŠB	Vysoká škola báňská
ŽP	životní prostředí

1 Úvod

Kdy a kde byl vynalezen první kanalizační systém na světě, je zcela nemožné přesně určit. Avšak první zmínky o existenci kanalizace a odpadové jámě můžeme nalézt v mytologii semitských Akadů, kteří se přesídlili do Babylonu kolem roku 2600 př.Kr. V městech, která osídlovali, budovali kolem roku 2510 př. Kr. speciální kanalizační systémy na odvedení odpadní vody, ze svých příbytků. Z archeologických poznatků je prokázáno, že v Mezopotámii byly používány splachovací záchody, z nichž byly fekálie splachovány přímo do kanalizace. Ve městech na území dřívějších Sumerů, kteří jsou označováni jako jedna z nejstarších civilizací na světě, byla budována městská kanalizace.

Z kanalizačního systému se rozváděly přípojky do jednotlivých obydlí, které byly ukončeny svislými šachtami. Do těchto šachet se přes otvor vyléval odpad. Materiál byl tvořen z hlíněných trub, méně často byly přípojky tvořeny čtvercovým či obdélníkovým průřezem z pálených cihel. Sklon byl ve většině případů volen tak, aby byla odpadní voda co nejrychleji odvedena z obydlí. Hlavní stoky byly zděné a někdy se užívalo i techniky tzv. valené klenby. Stoky odváděly odpadní vody do velkých řek, sběrných jam nebo rybníků.



Obrázek 1 Valená klenba [1]

Archeologické naleziště v Knóssu na Krétě dokonce odhalilo, že již 1500 let př. Kr. byly běžně součástí domů jak koupelny, splachovací záchody a dokonce i oddílná kanalizace. I Féničané obývající město Kartágo měli zavedenou kanalizaci (asi 800 let př. Kr.).

První zmínky o odvádění odpadu na území českých zemí jsou datovány z doby raného středověku (550-1197). Jedny z nejstarších kanalizačních útvarů u nás byly tzv.

prevéty. Prevéty, neboli suché záchody, sloužily k likvidování odpadů na hradech. Byly umístěny tak, že fekálie vypadávaly přímo na hradby. [2]

Splašková kanalizace v Českých zemích nebyla. Po ulicích byly otevřené rigoly a do nich se odvádělo pomocí vylévání všechno, co mělo tekutou konzistenci. Tento jednoduchý způsob likvidování odpadů byl zdrojem nesnesitelného zápachu a to hlavně v letním období. Dalším negativem při tomto způsobu stokování byl mor, cholera a různé další epidemie, které se šířily a měly za následek vysoký úbytek obyvatelstva. Tyto problémy nakonec vedly k zavedení uzavřené kanalizace, kdy byla budována zprvu v mělkých, nezámrných hloubkách. Klasickým zdícím materiálem byla cihla a kámen.

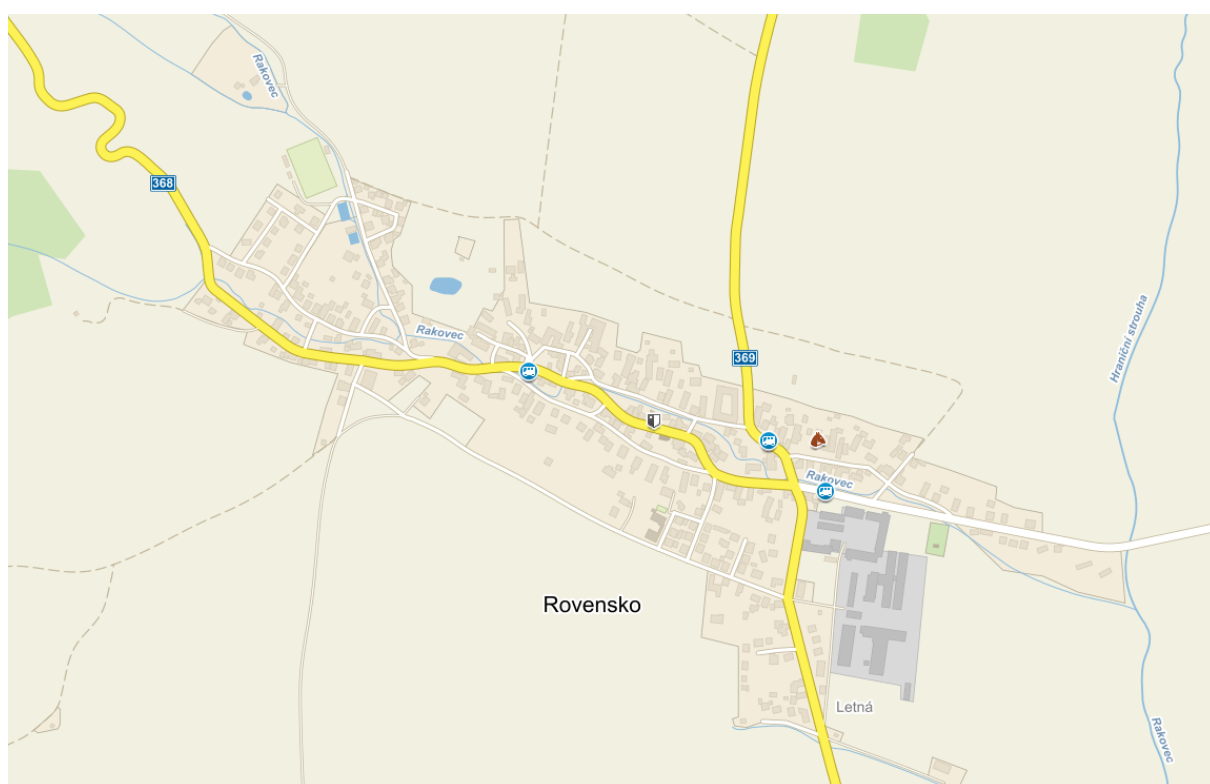
Se vznikem republiky započal i velký rozvoj vodovodů a kanalizací, který byl potřebný pro předpokládané zvětšení počtu obyvatel v jednotlivých městech a obcích. Raketový start vodovodů a kanalizací zastavila až hospodářská krize a následná válka.

Cílem této bakalářské práce je návrh odkanalizování obce Rovensko. Navržení nového jednotného a gravitačního systému kanalizace. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část, která obsahuje výpočtovou, výkresovou a technickou dokumentaci.

2 Popis stávajícího stavu

2.1 Charakteristika obce Rovensko a okolí obce

Rovensko leží 3 km severně od Zábřehu, v severním cípu Hornomoravského úvalu, na úpatí vrchoviny, kterou tvoří nejzápadnější část Jeseníků táhnoucí se od Kralického Sněžníku po pravý břeh řeky Moravy na jih, až k Zábřehu a k řece Sázavě. První písemná zmínka o obci je zachována z roku 1373. Obcí prochází komunikace vedoucí ze Zábřehu na Postřelmůvek a komunikace z Postřelmova na Svěbohov. Podél těchto dvou hlavních komunikací je soustředěna téměř většina obytné zástavby. [3]



Obrázek 2 Obec Rovensko a okolí [3]

Celková katastrální plocha obce činí 742 ha, z toho orná půda zabírá 63% a 20% katastru obce tvoří lesní porost. Obec má pro rok 2015 trvale bydlících 780 obyvatel s každoročním přírůstkem cirká 3 obyvatel. Průměrný věk obyvatele obce je 46 let.

Pro Rovensko je obcí s rozšířenou působností právě nedaleko sousedící město a důležitý vlakový uzel, město Zábřeh. Střed obce tvoří stavba kaple Narození Panny Marie. V obci je vybudována škola, určená pro 1. – 4. ročník základního vzdělání. Pro předškolní děti je zde škola mateřská. Volný čas lze využít návštěvou sportovního hřiště a Orlovny

s lezeckou stěnou. Knihovna, kadeřnictví a psí salón se nacházejí v prostorách budovy obecního úřadu. V obci je možnost využití plynofikace, veřejného vodovodu z nedalekého zdroje a od roku 2013 nově vystavěnou splaškovou kanalizace. První zmínka o obci se datuje z historických pramenů z roku 1373. Z turistického hlediska se jedná o horskou obec v blízkosti Jeseníků. [4]



Obrázek 3 Znak obce Rovensko představuje červený rak převýšený korunou ve zlatém štítě. [5]

2. 2 Přírodní poměry území a klimatické podmínky

Příčná členitost Hornomoravského úvalu vznikala v její severní straně mezi Badenem a pliocénem. Nížiny se vyznačují mírným a zvlněným reliéfem, ze kterého místy vyčnívají vyvýšeniny, tvořené neogenními sedimenty. Pro tuto oblast je typická erozní – akumulární plocha, převážně tvořená plochými pahorkatinami s převládající výškovou členitostí do 75 m. Z akumulárních tvarů jsou typické rozsáhlé údolní nivy a říční terasy.

Z erozních tvarů to jsou suchá a říční údolí, s častou asymetrií svahování. Časté jsou také erozní plošiny a zaoblené hřebety na neogenních sedimentech (podloží spraší a sprašových hlín) s výraznou erozní úpatní plochou [6]

2. 3 Hydrologie

Celou obcí protéká potok Rakovec dlouhý asi 8 km, jehož hlavní tok pramení u kopce Homole (516 m n.m.) dále se poblíž obce napojuje jeho druhé rameno pramenící nedaleko obce Svěbohov (zhruba ve 400 m n.m.) a poslední přítok tvoří pramen pramenící u Háječku (471 m n.m.) napojující se k hlavnímu toku až v obci. Potok Rakovec protéká celou vesnicí podél hlavní cesty Svěbohov – Postřelmov. Těsně za obcí se k Rakovci ještě

připojuje potok Hraniční strouha, která odvodňuje Postřelmovský potok. Nakonec ústí do řeky Moravy u jejího 212 km. Západní část obce zasahuje do přírodního parku Březná. Nad obcí se nachází menší přehrada, sloužící zejména k akumulaci vody a rybochovu.



Obrázek 4 Rovenská přehrada [6]

V hydrologické rajonizaci ČR se toto území nachází v rajonu 1610 - Kvartér Horní Moravy po Moravskou Sázavu. Území patří do hydrologického povodí s označením 4-10-01-0990-0-00. Dlouhodobý specifický odtok podzemní vody činí zhruba $6,1 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. [7]

Dle vyhlášky č. 5/2011 Sb., v platném znění o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod a přílohy č. 6 této vyhlášky, spadá předmětná lokalita do Krušnohorského krystalinika, příslušný hydrologická rajon 1610 s plochou 92 km^2 a číslo útvaru podzemních vod 16100. [8]

2. 4 Popis stávajícího kanalizačního systému

V současné době byla vystavěna nová splašková kanalizace, kdy byl tehdejší jednotný kanalizační systém převeden na odvod dešťové vody a od 1.7.2013 je možné vypouštět splaškové vody pouze do nově zbudované kanalizace pro tyto odpadní vody určené. Bylo nutné vybudovat nové přípojky pro odvedení splašků z RD, občanských domů a dalších budov.

V obci není zbudovaná žádná ČOV, splašky jsou gravitačně odvedeny do nejnižšího místa v obci, odkud jsou pomocí několika ČS čerpány do výtlačného potrubí,

směřujícího do kanalizační sítě města Zábřeh. Ve veřejné kanalizaci byla přesně a jednoznačně určena místa, kde se napojují významní producenti průmyslových odpadních vod. [9]

V ČOV Zábřeh jsou splaškové vody vyčištěny a následně odvedeny do recipientu. Největší nevýhodou tohoto systému je nejpravděpodobněji špatná vzdělanost některých obyvatel v tomto odvětví, neboť si někteří pletou splaškovou kanalizaci s popelnicí. Bylo zaznamenáno několikanásobné ucpání čerpadel vlhčenými ubrousky a hygienickými potřebami (vložky, tampony), které nejde roztrhat a následnou nutnost opravy těchto zařízení k obnově efektivnosti výtlačného systému.



Obrázek 5 Ucpané čerpadlo [10]

2.5 Specifikace problémů

Výhledový stav se určuje nejméně na 30 let dopředu, od uvedení kanalizace do provozu. [11] Každý způsob odkanalizování má svoje klady i zápory. Je proto nutností, zvolit co nejefektivnější řešení, které nám terén poskytuje, ať už z hlediska energetické náročnosti, účinnosti a ekonomické stránky celé výstavby a následného čištění a vypouštění vod zpět do recipientu, s co největším ohledem na okolní krajinu a na životní prostředí.

V projektu je navrhována jednotná gravitační kanalizace se snahou o co nejkratší přípojky z RD a podniků, aby byla pokrytá a bez větších problémů dostupná celá obec bez nutnosti budování žump či malých domovních čistíren OV. Nebude tak nutný výtlač splašků z obce do sousední městské ČOV Zábřeh a s tím spojené problémy s ucpávání čerpadel ve výtlačném úseku kanalizace.

Jako nevýhodu je nutno podotknout možnost naředění splaškových vod při větších deštích, a výstavba nové ČOV pro více než 850 EO. Následný provoz stavby by neměl mít žádný negativní účinek na ŽP.

Tato bakalářská práce neřeší napojení a projekci domovních přípojek, uliční vpusti, křížení inženýrských sítí (elektrické vedení zemní kabeláže, veřejný vodovodní a plynovodní řad). A nezahrnuje ani podrobnou část navržení zmiňované ČOV v obci Rovensko.

3 Teoretické principy řešení daného problému

3.1 Legislativa

Výpis nejdůležitějších zákonů, vyhlášek, nařízení, předpisů a norem souvisejících s výstavbou kanalizace.

Zákon č. 183/2006 Sb., Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Zákon upravuje územní plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj, podmínky pro výstavbu, evidenci územně plánovací činnosti a kvalifikační požadavky pro územně plánovací činnost. Dále povolování staveb a jejich změn, terénní úpravy, užívání a odstraňování staveb, dohled stavebních úřadů, povinnosti a odpovědnost osob při přípravě a provádění staveb. Podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb, účely vyvlastnění, vstupy na pozemky a do staveb, ochranu veřejných zájmů a jiné. [12]

Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách (vodní zákon) a související předpisy.

„Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů.“ [13]

Zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

„Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen „vodovody a kanalizace“), přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku.“ [14]

Vyhláška č. 62/2013 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb

„Tato vyhláška stanoví obsah a přesný rozsah pro projektovou dokumentaci k vydání patřičného rozhodnutí k umístění stavby nebo zařízení. Konkrétně se jedná o rozsah k projektové dokumentaci pro vydání rozhodnutí územního, změně stavby.“ [15]

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., Nařízení o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Nařízení upravuje článek, který vymezuje ukazatele a hodnoty přípustného znečištění OV a povrchových vod, zdrojů povrchových vod, přípustné znečištění odpadních vod pro citlivé oblasti. [16]

ČSN 75 6101 - Stokové sítě a kanalizační přípojky.

„Norma stanovuje podmínky pro navrhování, posuzování, provádění a sanaci gravitačních stokových sítí a kanalizačních přípojek, včetně objektů na nich, v souladu s ČSN EN 752-1 až ČSN EN 752-7 a ČSN EN 1610, s platností pro města, obce, sídliště, rozptýlenou zástavbu, průmyslové závody, drobné provozy, sportovní areály, dopravní stavby a jiné objekty, pokud není stanoveno jinými předpisy. Pro tlakovou a podtlakovou stokovou síť norma neplatí všeobecně, jen v uvedených jednotlivých ustanoveních.“ [17]

ČSN 73 6005 - Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

„Norma platí pro koordinaci prostorového uspořádání sítí technického vybavení v etapě územního plánování a projektování sítí v zastavěných a nezastavěných územích v hranicích měst a obcí. Stanovuje zásady pro uspořádání sítí ve veřejných plochách, v prostoru místních komunikací.“ [18]

ČSN 01 3463 - Výkresy inženýrských staveb - Výkresy kanalizace.

Norma ustanovuje zásady pro kreslení výkresů kanalizace a příslušných objektů v projektové dokumentaci. Zásady pro kreslení vnitřní kanalizace ustanovuje ČSN 01 3450. Nestanovuje, které přílohy má projektová dokumentace obsahovat a ani neurčuje náplň jednotlivých druhů výkresů. [19]

ČSN 75 6909 - Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek.

Norma vychází z poznatků získaných v průběhu jejího používání a ve vazbě na ČSN EN 1610 a ČSN EN 12889 je rozšířena o zkoušení vodotěsnosti stok vzduchem (metoda „L“). Norma obsahuje pouze řešení pro stoky s gravitačním průtokem. Více specifikuje bezpečnost a ochranu zdraví při práci. [20]

3.2 Technické řešení

V této kapitole jsou uvedeny základní pravidla a pojmy technického řešení pro úspěšné odvádění nejen splaškových vod do ČOV. Cílem kapitoly je vysvětlení používaného názvosloví ve vzájemných vazbách a souvislostech.

3.3 Základní terminologie problematiky odkanalizování

Kanalizace je technické zařízení, které má za úkol shromáždit a odvést odpadní vodu. Součástí bývá i zařízení pro čištění a zneškodnění těchto vod. Dle vodního zákona je kanalizace vodní dílo. Provozovat kanalizaci je dle zákona č. 274/2001 Sb. souhrn činností k odvádění a čištění odpadních vod; není tím správa majetku kanalizací, ani její rozvoj. Obvykle je složena z vnitřní (domovní) kanalizace, kanalizačních přípojek, stokové sítě, ČOV a ostatních z objektů. [21]

Odpadní voda je voda, vznikající zhoršováním kvality vody antropogenním vlivem. Taková voda může obsahovat choroboplodné mikroorganismy, proto je nutností vodu vyčistit. Čištění vody se provádí v čistírnách odpadních vod. Primární cíl čistírny je dosáhnout co nejlepšího vyčištění, aby mohla být voda vrácená zpět do recipientu v co nejlepším možném stavu. Svoji roli hraje také finanční otázka, kdy je snaha zvolit co nejefektivnější styl čištění na daný druh znečištěné vody. [22]

Čistírna odpadních vod je zařízení, sloužící k vyčištění odpadních vod na dostatečnou kvalitu, která umožňuje vypouštění do recipientu. Je složena z objektů a zařízení určených pro čištění a úpravu OV podle druhu čištění. [23]

Recipientem se rozumí povrchová voda (řeka, potok, přírodní nebo umělá nádrž), do které mají být vypouštěny vyčištěné odpadní vody. Následně se zde využívá přírodní samočisticí schopnosti – zbavení znečištění pomocí přírodních procesů. [24]

Stokování je soustava stok a objektů, které jsou její součástí (např. vstupní šachta, odlehčovací komora, uliční vpust', dešťová nádrž). Slouží na zachycení a odvodu vod z daného území. [25]

Kanalizační přípojka je samostatná stavba, tvořená úsekem potrubí od vyústění vnitřní kanalizace objektu nebo odvodňovaného pozemku až po napojení do stokové sítě veřejné kanalizace. Minimální sklon přípojky DN 150 mm je 2 %, u DN 200 mm je to 1 % a zaúst'ují se pomocí kanalizačních vložek. Maximálně možný sklon je 40 %.

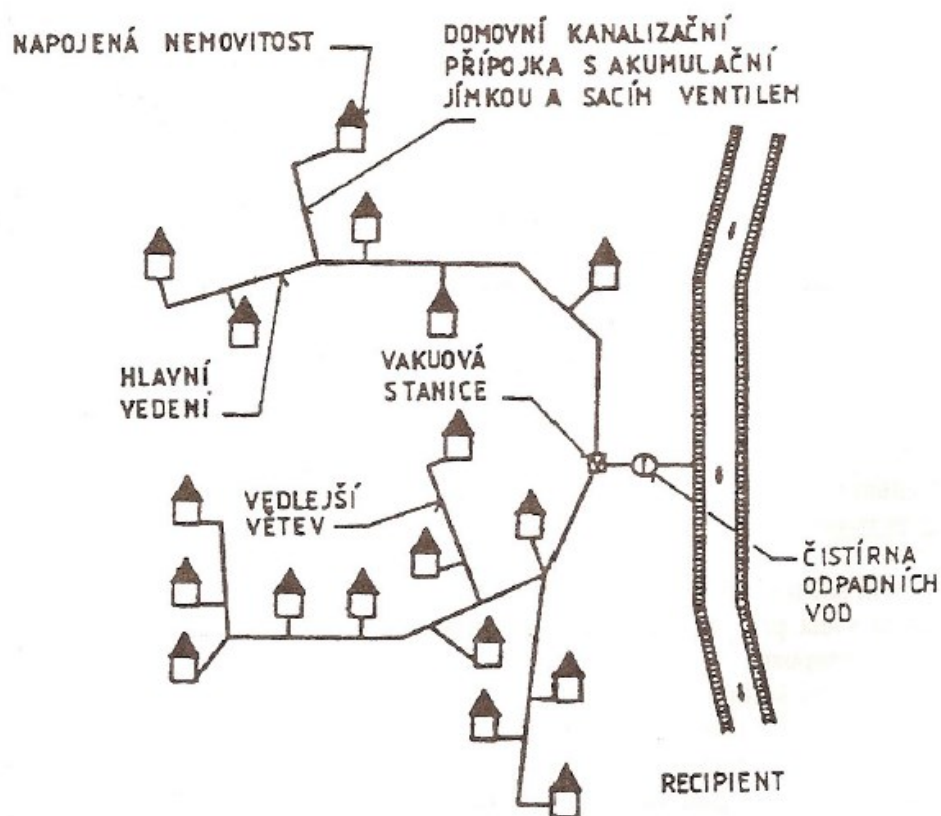
3.4 Způsob dopravy odpadních vod

Existuje několik druhů dopravy odpadních vod, přičemž výběr závisí zejména na výškových rozdílech v terénu a dalších aspektech.

Gravitační – jak už napovídá název, jedná se o systém, kdy odpadní voda odtéká přirozeně po spádu potrubí. Jde v podstatě o stokovou síť s trubními rozvody a jinými zařízeními, které slouží k odvodu odpadní vody z jednotlivých obydlí a z veřejných prostranství do městské čistírny odpadních vod nebo přímo do recipientu. Odpadní voda je poháněna vlivem gravitační síly, proto je nutné zaručit minimální spád stoky, alespoň 0,5%. [26]

Tlakový – splašky jsou z jednotlivých nemovitostí gravitačně svedeny do jímek (čerpacích stanic), ze kterých jsou dále za pomoci čerpadel transportovány tlakovým potrubím do ČOV nebo do stokové sítě. Jde o jeden z nejrozšířenějších způsobů.

Podtlakový – neboli vakuový, který má centrální vakuovou stanici. Pomocí vakuových čerpadel se vytvoří podtlak ve sběrné tlakové nádobě. Do zásobníku se nasávají splašky při otevření sacího ventilu. Sací ventil se umísťuje do akumulární jímky (šachty) na domovní přípojce. Způsob transportu podtlakového systému je vysvětlen na následujícím obrázku. [27]



Obrázek 6 Schéma tlakové stokové zokruhované sítě [27]

Pneumatický – značnou výhodou tohoto systému oproti ostatním je ta, že se OV dopravují pomocí tlakového vzduchu do ČOV i ze vzdálenějších míst. Strojní vybavení nemůže být splašky poškozeno, neboť strojovna není s nimi v kontaktu. Odpadní vody jsou gravitačně svedeny do předšachty, ze které se následně odvedou do pracovní nádrže. Když se nádrž naplní, pomocí kompresoru se vžene tlakový vzduch a odpadní voda se vytlačuje do výtlačného potrubí. V síti je potřeba vystavět zpětné klapky, které zajišťují správný směr toku. Když se pracovní nádrž vyprázdní, odvzdušní se a celý cyklus se opakuje. Pro zajištění plynulého provozu je vhodným řešením užití dvou nádrží. [28]

3.5 Systémy stokových sítí

Bere se v potaz členitost zástavby území, urbanistické řešení území a výškové umístění vodního recipientu. Ve stavební praxi rozeznáváme následující soustavy stok:

Radiální soustava je užívaná nejčastěji v kotlinách. Stoky svádí splašky do nejnižšího místa v dané kotlině, odkud dále pokračují gravitačně či tlakově ve směru k čistírně odpadních vod nebo k čerpací stanici.

Větevná (vějířovitá) soustava se obvykle navrhuje v členitém území s nepravidelnou zástavbou budov. Na nejnižší místo odvodňovaného území se umísťuje kmenová stoka. Ta ústí do čistírny odpadních vod a jsou do ní zaústěny také sběrače z jednotlivých údolí.

Úchytná soustava pro plochá říční místa, při kterých se mírným sklonem svahuje území směrem k recipientu. Kmenová stoka je zpravidla umístěna rovnoběžně s recipientem.

Pásmová soustava vzniká na rozsáhlém území, kde jsou velké rozdíly výškových pásem. V každém pásmu může být kombinovaná varianta systému stok radiálních, větevných a úchytných. U jednotné stokové sítě se většinou projektují odlehčovací komory.

3.6 Soustavy stokových sítí

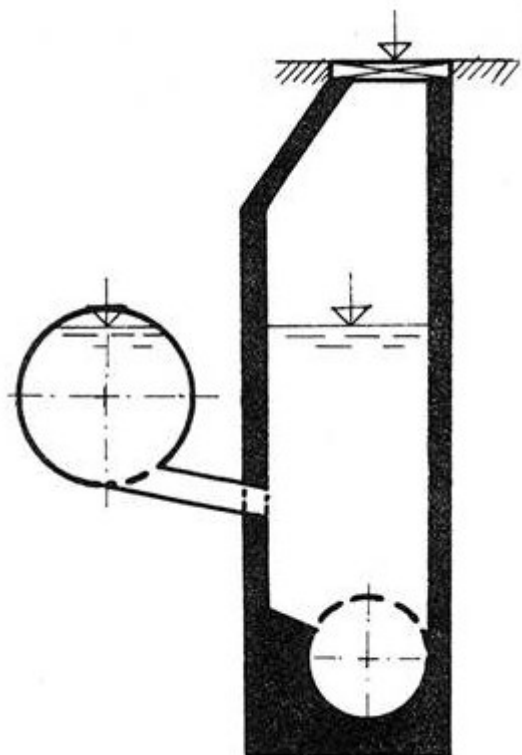
Podle způsobu odvádění odpadních vod vznikly tři odlišné soustavy stokových sítí. V podstatě rozlišujeme oddílnou, jednotnou a modifikovanou soustavu.

Jednotná stoková soustava – odvádíme jednotlivé druhy odpadních vod do společné sítě, což znamená, že splaškové a dešťové vody jsou odváděny na čištění jedním potrubím. Pro dimenzování je důležité množství dešťových odpadních vod. Nevýhodami jsou zejména moc velké průměry DN (Diameter Nominal) neboli jmenovitá světlost. Je zde mnohdy nutnost budovat odlehčovací komory, kdy se může dešťová voda oddělit do recipientu, aby nedošlo ke zbytečnému zahlcení nebo nadměrnému naředění splaškových vod.

Oddílná stoková soustava – princip systému spočívá ve výstavbě dvou oddělených potrubí; jak pro odvodnění vody dešťové, tak pro vodu splaškovou. Ve finální verzi vedou v komunikaci dvě nebo více stok a každá slouží pro jinou odpadní vodu. Podle účelu, nutnosti nebo možnosti odvádění do jednotlivých potrubí se seskupují druhy

odpadních vod. Poté směřuje na mechanické, biologické případně chemické čištění do ČOV. Nevýhodou je ekonomická stránka výstavby a větší pravděpodobnost zanášení. [27]

Modifikovaná soustava – jedná se o kombinaci jednotné a oddílné stokové soustavy pro odvodnění jednoho celku.



Obrázek 7 Modifikovaná stoková soustava [30]

3.7 Druhy odpadních vod

Dělíme je podle původu a typu znečištění:

Splaškové odpadní vody zahrnují zbytky jídel z umývání nádobí, záchodové odpadní vody, nečistoty z mytí a praní. Vody mají značnou teplotu; mluvíme tedy o tepelném znečištění. Jedná se o odpadní vody z kuchyní, koupelen, prádelen, WC, technické občanské vybavenosti, ze závodních kuchyní a jídelen a z hygienických zařízení závodů. Dále pak rozdělujeme vodu na šedou a černou. Šedá voda obsahuje splaškovou odpadní vodu, neobsahuje však fekálie a moč. Černá voda zahrnuje vody s obsahem moči a fekálií. [27]

Dešťové vody jsou přirozené a přírodní vody, které vznikly ze srážkových úhrnů. Srážková voda je znečištěná tehdy, obsahuje-li kyselé pH, vznikající ve vzduchu při pádu na povrch země. Jedná se o znečištění způsobené exhalací z ovzduší – popílky, prach, pyl a jiné. Koncentrace těchto znečištění nejsou příliš vysoké. Dříve se uvažovalo, že jsou splaškové vody dešťovými pouze naředěny. Dnes je potřeba uvažovat s dešťovými vodami zejména z důvodu znečištění, které vzniká splachem plochy do kanalizace přes uliční vpusti. Tyto plochy mohou být znečištěny ropnými látkami, prachy a jinými škodlivinami. [31]

Průmyslové odpadní vody jsou vody, znečištěné v důsledku používání v průmyslu, zemědělství a v drobných provozech. Tato voda je typická širokou škálou látek s rozdílnou koncentrací a tepelným znečištěním. Eliminace látek a především jejich předčištění je velmi rozsáhlý obor, který vyžaduje speciální znalosti. [32]

Složení vod je specifické podle povahy použití ve výrobních technologiích a průmyslu. Podle použití rozlišujeme vodu na technologickou, chladicí a ostatní.

Balastní odpadní vody jsou ty, které se dostaly do stokové sítě v souvislosti netěsností spojů jednotlivých stavebních prvků (např. z důvodu stárí, únavy materiálu, havárií). Přítomnost těchto vod není ve stokové síti žádoucí.

Infekční odpadní vody jsou velmi nebezpečné. Jedná se o odpadní vody z infekčních oddělení nemocnic, operačních sálů, patologií, léčeben, z výroben očkovacích látek, z tuberkulózních sanatorií, z mikrobiologických laboratoří a podobných provozů. Tyto vody nesmějí být vypouštěny do veřejné kanalizace a jsou podrobeny speciálnímu čištění.

3.8 Trubní materiály a tvary konstrukce stokových sítí

Při návrhu vhodného materiálu, který bude použit v praxi, bychom měli dbát zejména na vodotěsnost celého systému, co nejnížší drsnost a odolnost proti agresivním chemickým vlivům. Dále bychom měli zaručit požadovanou pevnost a únosnost a zajistit přístup k čištění stokových prvků. V neposlední řadě by neměla být opomenuta jednoduchost montáže těchto prvků. To vše s ohledem na ekonomickou stránku celého projektu. V této kapitole jsou přehledně popsány materiály a tvary konstrukcí, které se používají pro stokování odpadních vod.

3.8.1 Materiály

Kamenina

Potrubí z kameniny se řadí k nejstaršímu a nejrozšířenějšímu druhu. Mezi hlavní surovinu k výrobě patří jíla a jílovitá břidlice, která se rozemele na menší částice a promíchá se s vodou. Ve vytlačovacím stroji se vytvaruje požadovaný tvar, který se následně suší v sušičce po dobu 24 hodin. Ten ve vypalovací peci získává svoji pevnost. Glazovaná kamenina se vyznačuje jedinečnými materiálovými vlastnostmi (odolnost vůči chemickým vlivům, vysoká mechanická pevnost). Pevné tělo trouby společně s pružným spojem vytvoří dokonale hermeticky uzavřenou stoku i v extrémních podmínkách.

Beton a železobeton

Beton je umělý kámen, který při smíchání plniva (kamenivo), pojiva (cement), vody a případně dalších surovin tuhne a tvrdne. Doporučené využívání betonových trub je hlavně u oddílné dešťové soustavy. Spojování se děje v hrdle pomocí pryžového kroužku, který zde má těsnicí funkci. Další druh spojování je pomocí konopného provazu zalitého cementovou nebo asfaltovou zálivkou. Vyznačuje se vysokou únosností, na druhou stranu však nižší chemickou odolností.

Železobetonové trouby se používají pro výstavbu stok namáhaných vysokými tlaky a pro stoky větších průměrů. Vyrábějí se podle ČSN EN 1916 „Trouby a tvarovky z prostého betonu, drátkobetonu a železobetonu.“ [27]

Sklolaminát

Sklolaminátová technologie patří k novodobým materiálům. Z důvodu pružnosti sklolaminátu se musí potrubí správně uložit, aby nevznikala deformace profilu vlivem dlouhodobého působení vnějších tlaků. Síla stěny potrubí musí být proto navržena na základě statického posudku. Jako většina potrubí se i sklolaminát pokládá do pískového lože. Nejmenší tloušťka lože je 10 cm. Následný obsyp se provádí do výše minimálně 30 cm nad vrchol potrubí. K tomu užíváme písčitou zeminu se specifickou zrnitostí kameniva, podle průměrů potrubí. Jedna z nevýhod při použití tohoto materiálu je její omezený sortiment tvarovek. [33]

Litina

Kanalizační troubu z tvárné litiny lze použít v historických městských částech, v komunikacích se zvýšeným provozem nebo při nestandardních situacích při výstavbě kanalizace. Tvárná litina se používá zejména pro její vlastnosti, jako je například

nepropustnost hrdlových spojů při vysokém vnějším i vnitřním tlaku. Užití litinového potrubí je široké a vhodné i v problematických montážních a provozních podmínkách.

Další kladnou vlastností litiny je její odolnost proti obru. Spojuje se pomocí hrdla přes těsnící kroužek. Používá se litina tvárná nebo šedá, rozlišující se podle množství obsahu uhlíku a křemíku, potřebné při její výrobě. [34]

Plasty

Plastové potrubí patří mezi rozšířené. Provádí se v modifikacích jako PVC (polyvinylchlorid), PE (polyetylen), PP (polypropylen), rPE (rozvinutý polyetylen), lPE (lineární polyetylen) a další. Kanalizační potrubí se dělí na hladké (bez úpravy), korugované (jsou zde široká, dutá místa), žebrované (vnější obvod je zpevněný plným žebrem). Spoj se provádí pomocí gumového kroužku. Mezi nevýhody patří postupná únava materiálu v čase a významné snížení únosnosti při vyšší hladině podzemní vody.

Čedič

Materiály z taveného čediče se používají zejména jako obklady ve stokách s agresivní odpadní vodou. Čedičové cihly mohou mít stejné tvary jako cihly keramické a k dispozici je i dostatečný sortiment klínu a speciálních kusů. Používají se také v místech, kde dochází k extrémnímu mechanickému zatížení (protlaky, spadiště). Jsou nenasákavé, disponují velkou pevností a chemickou odolností, jsou odolné proti obru. [33]

3.8.2 Tvary stok

Doporučuje se používat základních kruhových, vejčitých nebo tlamových profilů. Tvarový výběr je otázkou posouzení stavebních, statických a ekonomických požadavků. U některých typů lze užít v kombinaci s kynetou. Kyneta je žlábek ve stoce, který se navrhuje v bezdeštných stokách s vysokou světlostí, téměř u všech tvarů stok.

Kruhový tvar.

Mezi přední výhody tohoto tvaru oproti ostatním je relativně snadné zhotovení prefabrikátu a bezproblémové čištění. Avšak má i svoje nedostatky, protože není staticky nejvýhodnější.

Vejčitý tvar.

Má nejvhodnější hydraulické a statické schopnosti, ale lze budovat jen ve velkých hloubkách.



Obrázek 8 Betonová vejčitá stoka s čedičovým obložením [35]

Tlamový tvar.

Používá se tam, kde je nízká nadložní vrstva (úzké geologické poměry). Co se hydraulického a statického řešení týče, je z těchto tvarů nejméně vhodným zástupcem.

3.9 Objekty na stokové síti

Zhotovují se z důvodu, aby zajišťovaly řádnou funkci odvodu odpadní vody ve stokové síti. Podle účelu třídíme objekty na vstupní šachty, spojné a rozdělovací komory, skluzy, spadiště, uliční vpusti, shybky, odlehčovací komory, sněhové svrže, lapače splavenin, větrací objekty a další. V této kapitole je uveden popis vybraných objektů a jejich funkcí.

Odlehčovací komory

Odlehčovací komory jsou jedny z nejsložitějších a nejdůležitějších objektů na stokové síti. Používají se pro přímý spoj s recipientem při velkých deštích, kdy je mnohdy kapacita v kanalizaci až několikanásobně větší než obvykle. Jsou užívány v systému jednotné stokové sítě a pracují na principu oddělení splaškové odpadní vody od vody dešťové pomocí přelivu.

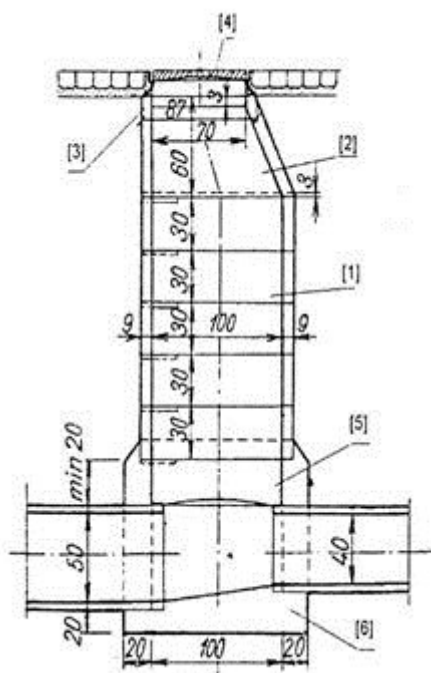
Spadiště

Používá se při překonávání velkých sklonů, nebo při dosažení nejvyšších přípustných rychlostí v kanalizaci. Je to obdobný objekt jako vstupní šachta, kdy zaústěná

stoka přivede vodu v určité výšce do spadiště a následně voda odečte vertikálním potrubím nebo při větší kapacitě přepadne dolů. Spadiště se opatřuje stupadly pro snadný přístup osob.

Vstupní šachty

Šachty se používají pro spojení nebo propojení vedlejších stok do průměru DN 400 mm. Šachta se buduje pro revizi a snadný vchod do stokové sítě. Má vstupní část s přechodovým kónickým kusem nebo zákrytovou deskou. Minimální manipulační část je při kruhovém typu průměr 1000 mm a při obdélníkovém průřezu 800 x 1000 mm. Minimální výška šachty je 1,8 m a nejmenší možná 1,0 m. Největší vzdálenost při projektování vstupních šachet od sebe je 50 m. Napojení průběžných stok se provádí výškově „dno do dna“ šachty. Odpadní voda se vede pomocí žlábků. Těsnost jednotlivých stavebních dílců je zajištěna pomocí elastomerového těsnění. Šachta je opatřena stupadly pro přístup osob. [36]



Obrázek 9 Vstupní šachta [37]

Vpusti

Rozlišujeme vpusti chodníkové (osazované v chodnících), uliční (osazované v komunikacích ve vzdálenostech kolem 50 m od sebe) a vpusti horské, vyznačující se velkými sklony a jsou chráněny dvojitou mříží, která zabraňuje ucpání stoky.

Uliční vpusti umožňují odvedení dešťové vody stékající z veřejných prostranství, zejména komunikací, do stokové sítě. Bylo navrhováno a zřizováno mnoho typů vpustí, ale zásadně měly buď sifonovou protizápachovou uzávěrku, nebo byly připojeny na veřejnou stoku přímým potrubím (bez uzávěrky). [38]

Uliční vpusti odvádějí dešťové vody, které stékají z veřejných prostranství a komunikací do kanalizačního systému. Umisťují se na okraji komunikací a jsou chráněny mříží, která se osazuje mezerami kolmo ve směru jízdy. Obsahuje také sběrný koš zamezující vniknutí těles do stokové sítě. K zamezení zápachu se konstruuje sifonová zápachová uzávěrka. Existuje mnoho typů uličních vpustí, některé jsou na veřejnou stoku připojeny pouze přímým potrubím (bez uzávěrky). [38]

Sněhové svrže

Sněhové svrže bývaly umístěny v komoře. Sníh byl převážen pomocí nákladních vozidel a poté otvorem o průměru cca 80 cm shazován na plošinu v komoře. Plošina byla spojena z venku pomocí schodiště, aby se obsluha mohla do komory dostat. Z plošiny byl sníh postupně shazován do otevřené stoky a byl odplavován. Svrže byly umístěny ve stokách, které disponovaly velkými průměry s větším množstvím poměrně teplé městské odpadní vody. Tato voda byla sněhem ochlazována. Dnes už se u nás sněhové svrže nenavrhují, sníh se vyklápí přímo do vodoteče. [27]

Lapačky splavenin

Použití lapačů splavenin specifikuje ČSN 75 6101. Obvykle se navrhují tam, kde přechází odvodnění nezastavěného území uvnitř hranic sídel otevřenými příkopy do potrubí. Lapač splavenin zpomaluje povrchový odtok, zachycuje nečistoty před vtokem do stoky. Pro úspěšnou činnost tohoto objektu je nutností pravidelné čištění. Lapač splavenin je opatřen mříží proti zneužití a brání vniku osob a větších zvířat.

3. 10 Navrhování stokových sítí - zásady

Důležitou roli pro úspěšné odvodnění odpadní vody ze zastavěného území až do ČOV hraje především sklon a druh terénu. Snažíme se o co nejnižší hloubku výkopu (z hlediska finanční stránky věci) a zároveň usilujeme o dostatečné krytí vrstvy pro zabezpečení stoky před namrzáním a mechanickými účinky dopravních prostředků. Územně plánovací dokument se řadí mezi hlavní podklady potřebné k projektové dokumentaci následné stavby. V této dokumentaci se nalezne odpověď na technické řešení

odvedení OV z území, ochrana před nechtěnými vodami a dodržení správných postupů a norem při projekci a výstavbě. Jak již bylo řečeno, kanalizace je projekt, o kterém uvažujeme nejméně na dalších 30 let od zahájení užívání.

Trasování stok a jejich uložení v příčném profilu komunikací ve městech a obcích má zohledňovat požadavky ČSN 73 6005. Stoky veřejné kanalizace mají být umístovány do veřejných ploch a do pozemních komunikací (vlastníci obcí) a to s předností do nezpevněných ploch vedle dopravního prostoru. Není-li to možné, pak do chodníků. Pakliže není možné ani to, pak do dopravního prostoru souběžně s osou komunikace. Minimální krytí stok a kanalizačních přípojek v chodníku a ve volném terénu je 1,0 m, v komunikaci 1,80 m, maximální krytí stok do 6 m. Při hlubším uložení přichází na řadu štolování. [36]

Je třeba dodržet také minimální dovolené vzdálenosti při křížení s jinými inženýrskými sítěmi, jako jsou kabelovody, elektrické silové kabely, kabely sdělovacích prostředků, plynové, vodovodní a tepelné potrubí.

Stoky musíme uložit do dostatečného sklonu, aby nedocházelo k odtoku odpadní vody malou rychlostí. Malá rychlost způsobuje tvorbu nánosů a zanášení průřezu stoky. Naopak, při příliš velkém sklonu dochází k velkým rychlostem. Splaveniny pak mohou obrušovat dno stoky a poškozovat objekty na stokové síti. [39]

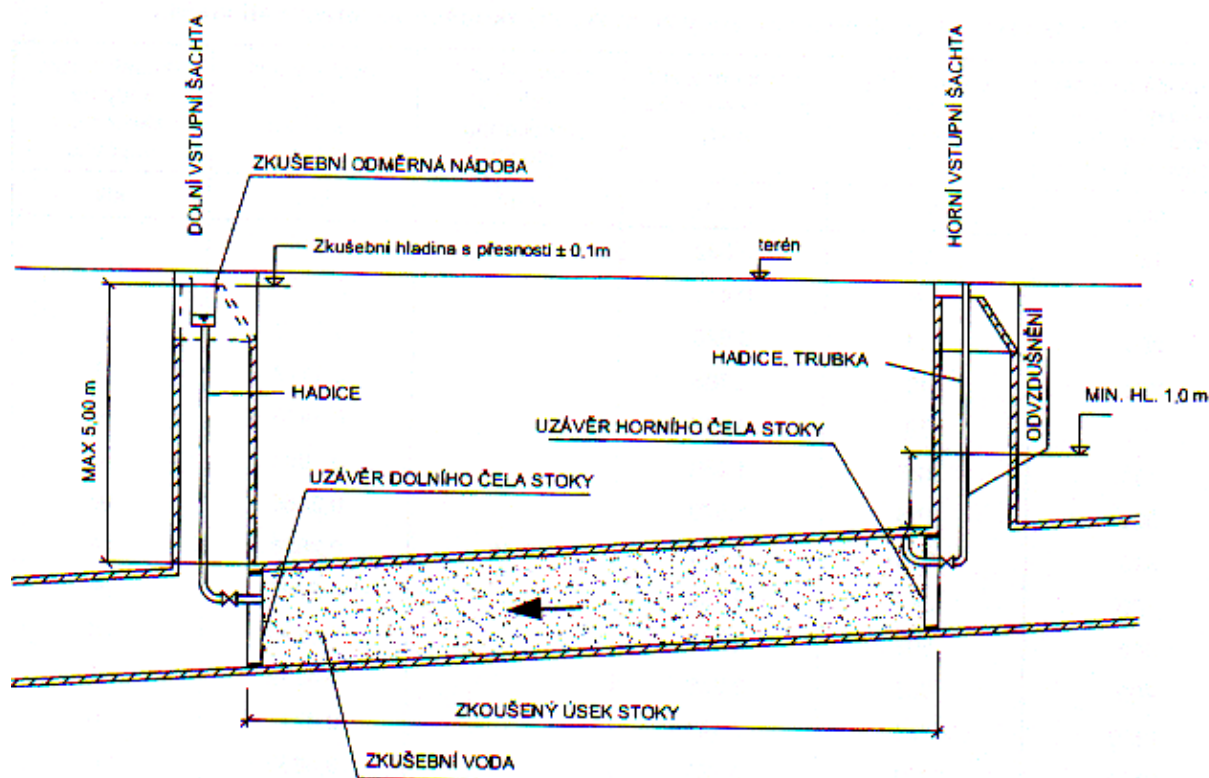
Navrhujeme-li stoky s menšími sklony, vyjdou velké profily stok (voda protéká stokou menší rychlostí). V těchto případech se snadněji zanáší, a proto se musí čistit. Při větším sklonu odpadá problém s čištěním stoky, ale zvětší se náklady a pracnost při výkopových pracích.

Maximální rychlost pohybu je 5 m.s^{-1} (pro betonové a ŽB stoky), které udává ČSN 75 6101. V odolnějších materiálech stokových konstrukcí může být dosažena maximální rychlost až 10 m.s^{-1} (čedičové, litinové, kameninové a zděné na cementovou maltu). Když nelze certifikací doložit kvalitu tohoto materiálu, zřizují se spadiště nebo skluzy. Minimální sklony se rozlišují také podle DN a to při DN: 250 mm – 6,5 ‰; 300 mm – 5,4 ‰; 400 mm – 4,63 ‰; 500 mm – 4,43 ‰; 600 mm – 4,27 ‰; 800 mm – 4,03 ‰; 1000 mm – 3,85 ‰. Mají význam zejména z hlediska zanášení a čištění stok.

3. 11 Vodotěsnost a zkoušení vodotěsnosti nových stokových sítí

Existují dvě zkušební metody vodotěsnosti, a to metoda L (vzduchem) a metoda W (vodou). Provádí se ze dvou hlavních důvodů. Prvním důvodem je ten, pokud je v místech kanalizačního potrubí zvýšená hladina podzemní vody. Může dojít k prosáknutí této vody do stokové sítě, což má za následek ochlazení odpadní vody, zvětšování objemů a naředění touto balastní vodou. Druhým důvodem provádění těchto zkoušek je, aby se odpadní voda neztrácela ze stokové sítě a prosakováním tak neznečišťovala podzemí vody. Zkoušky se provádí v nezasypaném výkopu a řídí se ČSN 75 6909 – Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek.

Zkouška vodotěsnosti musí být provedena povinně za těchto podmínek: jestliže se v blízkosti nachází zdroj pitné vody, odvádíme-li radioaktivní vody, silně kyselé průmyslové vody, odpadní vody s jedy nebo ropnými látkami, anebo pokud stoka leží pod hladinou podzemní vody. Při samotné zkoušce je potřeba naplnit stoku vodou pro navlhčení a odvzdušnění. Po uplynutí určité doby se kontroluje, nedochází-li k orosování nebo k průsakům napuštěné vody nebo dokonce ke statickým poruchám ve stoce a na objektech. Jestliže stoka nevyhoví, je nutné opravit veškeré závady a problémy. [40]



Obrázek 10 Ukázka provedení zkoušky vodotěsnosti [41]

3.12 Čištění stok

Kanalizace je nákladné dílo, proto by se o ni mělo pečovat tak, aby sloužila svému účelu v dobrém stavu co nejdelší dobu. V jednotné stokové síti zajistí částečné čištění dešťová voda. Horší problém nastává při ucpání splaškové stoky v oddílné soustavě. V první řadě je nutné prozkoumat celou situaci ve stoce. V kruhových průlezných (průměr od 800 – 1500 mm) a průchodných (více než 1500 mm) stokách lze využít pracovníka. V neprůlezných stokách (průměr do 800 mm) se používají speciální robotické vozíky s kamerou, díky kterým je možné celý prostor monitorovat. Na základě tohoto vyhodnocení se zvolí optimální způsob čištění zanesené stoky. Způsoby rozdělujeme na hydraulické, mechanické a kombinované. Při jakémkoli postupu čištění dbáme zásadně na bezpečnost pracovníků tím, že je vybavíme ochrannými prostředky, a také usilujeme o zabránění poškození potrubí nepřiměřenou volbou čištění.

Proplachování – se řadí mezi nejstarší používané metody pro čištění stok; dnes jen málo využívané. Proplachovat lze pomocí tzv. proplachovací vlny nebo zpětným vzdutím. Princip druhé jmenované metody je, že se do stoky zavede čisticí koule a pomocí vody,

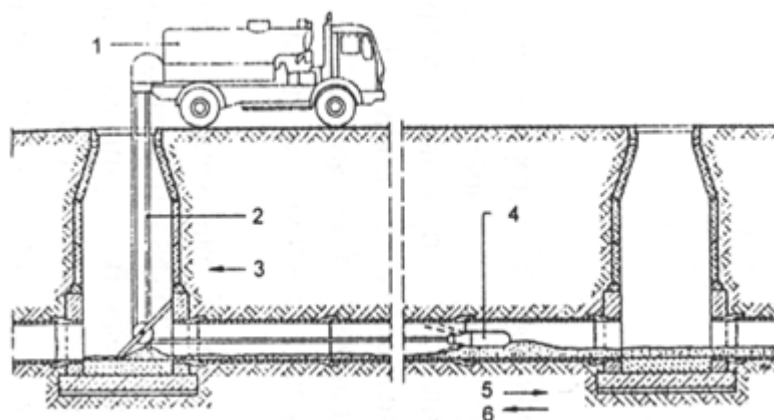
kterou koule zadrží, je koule vytlačována a čistí sedimenty v potrubí. Rozměr koule se volí podle průměru potrubí.

Řezání – děje se tak vysokotlakým paprskem (je potřeba alespoň 70 l.min^{-1}), jehož tlak je až 80 MPa. Využívá se k řezání překážek bránící průchodu ve stoce. [42]

Ruční a strojní čištění – zařazuje se mezi mechanické způsoby. Užívá se tam, kde je možné dostat pracovníka, jelikož odpad je vynášen na povrch. Používají se manuální pracovní pomůcky (lopaty, krumpáče, škrabky, sbíjecí kladiva atd.).

Sání – ve větších stokách je možné přímo odsávat usazeniny, k čemuž je zapotřebí personální přítomnost přímo uvnitř stoky. Při odsávání delších stok, u kterých je omezený počet vstupních míst, je nutností mít dostatečně dlouhé sací potrubí. Technika má obvykle sací potrubí až $2000 \text{ m}^3.\text{hod}^{-1}$. Opět je zapotřebí, aby byl pracovník dostatečně zabezpečen pracovními ochrannými prostředky (respirátory, osazení ventilátorů aj.). [43]

Čištění vysokým tlakem – je v dnešní době jedna z nejužívanějších technologií vůbec. Hadice kombinovaného vozu stříká vodu vysokou rychlostí i tlakem a přenáší usazeniny k další kontrolní šachtě. Odtud se usazeniny odsávají do nádrže kombinovaného vozu. Vozy jsou ekonomicky velmi výhodné, je třeba pouze dvouoslužný tým. Kombinovaný vůz je moderní technologie, která recykluje odsátou odpadní vodu. Voda je bez usazenin znovu použita pro proplachovací činnost, a tím si vůz dokonale vystačí se spotřebou vody. [43]



Obrázek 11 Ukázka čištění pomocí kombinovaného vozu [44]

4 Návrh možných variant řešení, výběr vhodné varianty a její rozpracování

4.1 Vybudování gravitační oddílné kanalizace s čištěním v ČOV Zábřeh. (Varianta č. 1.)

První varianta nabízí řešení odkanalizování celé obce Rovensko pomocí oddílné soustavy. První potrubí by gravitačně odvádělo dešťovou vodu všude tam, kde by nebylo možné nebo problematické vyústit tyto vody přímo do recipientu. Druhé potrubí by bylo navrženo po celé obci pro odvod splaškové vody. Jednalo by se pravděpodobně o plastové potrubí menších průměrů. Toto potrubí by odvedlo gravitačně splašky z jednotlivých nemovitostí do nejnižšího místa v obci. Tam by se splašky hromadily a postupně by byly vytlačeny pomocí několika čerpacích stanic do výtlačného potrubí. Výtlačné potrubí by vedlo několik kilometrů do sousedícího města Zábřeh. Po napojení výtlačného potrubí do kanalizačního systému města Zábřeh by byla splašková voda odvedena do ČOV Zábřeh. Zde by byla následně vyčištěna a vyvedena do recipientu. Toto řešení však obsahuje nákladnou výstavbu dvou potrubí pro oddílný systém a zahrnuje několikakilometrové výtlačné potrubí. Další nevýhodou by byla drahá výstavba čerpacích stanic s vysokou pravděpodobností častých poruch při zahlcení čerpadel. S tím by souvisela také jejich následná oprava a čištění.

4.2 Vybudování jednotné gravitační kanalizace s čištěním v ČOV Rovensko (Varianta č. 2.)

Druhá navrhovaná varianta nabízí řešení odkanalizování celé obce Rovensko pomocí jednotné soustavy. Voda splašková i dešťová by byla gravitačně odvedena do nejnižšího místa v obci, a tam vybudována nová čistírna odpadních vod pro cca 850 ekvivalentních obyvatel. Tím by se odstranil problém s čerpacími stanicemi, výtlačným potrubím. Pozemek na vybudování ČOV je dostatečný a navíc je i ve vlastnictví obce Rovensko. Tato varianta v sobě sice nese náklady spojené s výstavbou ČOV, ale nabízí také pracovní příležitost.

4.3 Rozpracování doporučené varianty

Obě varianty mají své pozitivní i negativní stránky. Po konzultaci byla nakonec zvolena varianta číslo 2. Kanalizace bude tedy řešena jednotnou gravitační sítí a výstavbou nové ČOV Rovensko. Podklady pro vypracování projektu: byl poskytnut materiál

v měřítku 1:500 na ČÚZK Šumperk, potřebné výškopisné zaměření obce a další údaje od obce Rovensko a společnosti FORTEX – AGS, a. s.

V praktické části je řešena výkresová a výpočtová část projektu. Bude použito kanalizační potrubí UPOROL z PE-HD o rozměrech DN 250 – DN 1200. Toto potrubí může být spojováno za pomoci hrdel s integrovaným vícebřitým těsněním nebo pomocí hrdel s integrovaným EF vinutím (svařováním). Žebro potrubí tvoří kruhový profil navinutý okolo základní stěny potrubí. Jednotlivé úseky potrubí budou ve zlomech a připojeních kontrolovány pomocí šachet a komor dle projektového výkresu. Budou zhotoveny z prefabrikovaných šachet lomových, šachet spojných a několika spojných komor (které se používají při napojení potrubí s DN > 500 mm). Všechny šachty budou osazeny litinovými poklopy o příslušných rozměrech, vyhovující normě ČSN EN 124 – Poklopy a vtokové mříže pro dopravní plochy – Konstrukční zásady, zkoušení, označování, řízení jakosti. V jednotlivých terénech budou poklopy osazeny tak, aby vyhovovaly maximálnímu výškovému požadavku příslušné normě k upravenému terénu.

4.3.1 Příčné schéma profilu kanalizačního potrubí

Jedná se o orientační výkres obecného charakteru. Výkres je daný výrobcem kanalizačního potrubí, které bude v obci použito při výstavbě.

4.3.2 Situace

V celém projektu je navržena gravitační stoková soustava. Stoková soustava odvádí veškeré splašky a dešťovou vodu do nejnižší položeného místa, vhodného pro výstavbu ČOV. Přehledná situace je zakreslována v měřítku 1:2000 a slouží zejména k přehlednému zobrazení. Další situace jsou zakresleny v měřítku 1:500 (Koordinační výkresy situace č.1 – č.8). K tvorbě situací byl použit software pro 2D a 3D projektování a konstruování – AutoCAD, vyvinutý firmou Autodesk.

Byla navržena kruhová stoka s celkovou délkou potrubí 6609 metrů s různým sklonem. Z celkového počtu 238 kontrolních šachet je 8 spojných komor, 16 spojných šachet a 214 lomových šachet. Spojné komory jsou označeny jako Š11, Š13, Š23, Š84, Š87, Š90, Š193 a Š196. Podrobnější informace o jednotlivých stokách jsou umístěny v tabulce výkresu.

4.3.3 Podélné profily

Podélné profily byly řešeny v programu Winplan, v modulu „Podélný profil kanalizace“. Tento modul slouží k definici, tvorbě, úpravám, výpočtům a vykreslení podélných profilů stokových sítí dle aktuální ČSN. Celkem je navrženo 28 podélných profilů jednotlivých stok. Je dodržen minimální sklon 4‰ i maximální možná rychlost 5 m/sec. Dodržena je i minimální vrstva krytí, která činí v komunikaci 1,8 m a ve volném terénu 1,0 m. Seznam výkresů podélných profilů kanalizace je uveden v seznamu příloh.

Podélný profil stoky A (příloha č. 19)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 1200 (od Š1 do Š11); DN 700 (od Š11 do Š13); DN 600 (od Š13 do Š20); DN 550 (od Š20 do Š23); DN 500 (od Š23 do Š25); DN 400 (od Š25 do Š33); DN 250 (od Š33 do Š36), sklon potrubí 4,3 ‰ (od Š1 do Š11); 44 ‰ (od Š11 do Š13); 8 ‰ (od Š13 do Š33); 7,8 ‰ (od Š33 do Š36). Napojuje se zde stoka B, A-1, A-2, A-3, C. Celková délka potrubí ve stoce je 1082 m.

Podélný profil stoky A-1 (příloha č. 20)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š23 do Š40); DN 250 (od Š40 do Š42), sklon potrubí 17 ‰ (od Š23 do Š40); 28,5 ‰ (od Š40 do Š42). Napojuje se zde stoka A-1-1. Celková délka potrubí ve stoce je 152 m.

Podélný profil stoky A-1-1 (příloha č. 21)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š40 do Š47), sklon potrubí 36 ‰ (od Š40 do Š47). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 122 m.

Podélný profil stoky A-2 (příloha č. 22)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 400 (od Š25 do Š50); DN 250 (od Š50 do Š57), sklon potrubí 4,5 ‰ (od Š25 do Š50); 15 ‰ (od Š50 do Š57). Napojuje se zde stoka A-2-1. Celková délka potrubí ve stoce je 216 m.

Podélný profil stoky A-2-1 (příloha č. 23)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š50 do Š59), sklon potrubí 10 ‰ (od Š50 do Š59). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 50 m.

Podélný profil stoky A-3 (příloha č. 24)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š33 do Š60); DN 250 (od Š60 do Š63), sklon potrubí 19 ‰ (od Š33 do Š60); 36 ‰ (od Š60 do Š63). Napojuje se zde stoka A-3-1. Celková délka potrubí ve stoce je 151 m.

Podélný profil stoky A-3-1 (příloha č. 25)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š60 do Š67), sklon potrubí 35 ‰ (od Š60 do Š67). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 109 m.

Podélný profil stoky B (příloha č. 26)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 800 (od Š11 do Š84); DN 700 (od Š84 do Š90); DN 600 (od Š90 do Š92); DN 550 (od Š92 do Š95); DN 400 (od Š95 do Š99); DN 300 (od Š99 do Š102); DN 250 (od Š102 do Š110), sklon potrubí 10,6 ‰ (od Š11 do Š84); 10,4 ‰ (od Š84 do Š90); 21,5 ‰ (od Š90 do Š95); 14,5 ‰ (od Š95 do Š99); 44 ‰ (od Š99 do Š105); 38 ‰ (od Š105 do Š108); 56 ‰ (od Š108 do Š110). Napojuje se zde stoka B-1, B-2, B-3, B-4, B-5, B-6, B-7, B-8. Celková délka potrubí ve stoce je 1404 m.

Podélný profil stoky B-1 (příloha č. 27)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š84 do Š114), sklon potrubí 17 ‰ (od Š84 do Š114). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 89 m.

Podélný profil stoky B-2 (příloha č. 28)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š87 do Š115); DN 250 (od Š115 do Š118), sklon potrubí 7,2 ‰ (od Š87 do Š115); 10 ‰ (od Š115 do Š118). Napojuje se zde stoka B-2-1, B-2-2. Celková délka potrubí ve stoce je 100 m.

Podélný profil stoky B-2-1 (příloha č. 29)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š115 do Š121), sklon potrubí 20 ‰ (od Š115 do Š121). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 82 m.

Podélný profil stoky B-2-2 (příloha č. 30)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š115 do Š122), sklon potrubí 4,1 ‰ (od Š115 do Š122). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 29 m.

Podélný profil stoky B-3 (příloha č. 31)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š90 do Š126); DN 250 (od Š126 do Š128), sklon potrubí 6,8 ‰ (od Š90 do Š128). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 134 m.

Podélný profil stoky B-4 (příloha č. 32)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š95 do Š136); DN 250 (od Š136 do Š141), sklon potrubí 35 ‰ (od Š95 do Š131); 22 ‰ (od Š131 do Š141). Napojuje se zde stoka B-4-1. Celková délka potrubí ve stoce je 429 m.

Podélný profil stoky B-4-1 (příloha č. 33)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š131 do Š144), sklon potrubí 33 ‰ (od Š131 do Š144). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 89 m.

Podélný profil stoky B-5 (příloha č. 34)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 400 (od Š95 do Š149); DN 350 (od Š149 do Š157); DN 300 (od Š157 do Š161); DN 250 (od Š161 do Š165), sklon potrubí 21,5 ‰ (od Š95 do Š149); 28,5 ‰ (od Š149 do Š152); 17 ‰ (od Š152 do Š157); 13,5 ‰ (od Š157 do Š161); 49 ‰ (od Š161 do Š164); 29,5 ‰ (od Š164 do Š165). Napojuje se zde stoka B-5-1, B-5-2, B-5-3, B-5-4, B-5-5. Celková délka potrubí ve stoce je 528 m.

Podélný profil stoky B-5-1 (příloha č. 35)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š149 do Š168), sklon potrubí 8,4 ‰ (od Š149 do Š168). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 66 m.

Podélný profil stoky B-5-2 (příloha č. 36)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š152 do Š174), sklon potrubí 13,5 ‰ (od Š152 do Š174). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 139 m.

Podélný profil stoky B-5-3 (příloha č. 37)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š156 do Š157), sklon potrubí 11,8 ‰ (od Š156 do Š157). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 65 m.

Podélný profil stoky B-5-4 (příloha č. 38)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š161 do Š178), sklon potrubí 26,5 ‰ (od Š161 do Š178). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 50 m.

Podélný profil stoky B-5-5 (příloha č. 39)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š164 do Š180), sklon potrubí 26,5 ‰ (od Š164 do Š180). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 50 m.

Podélný profil stoky B-6 (příloha č. 40)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š99 do Š183), sklon potrubí 29 ‰ (od Š99 do Š183). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 63 m.

Podélný profil stoky B-7 (příloha č. 41)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š105 do Š185), sklon potrubí 14 ‰ (od Š105 do Š185). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 63 m.

Podélný profil stoky B-8 (příloha č. 42)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š108 do Š187), sklon potrubí 30 ‰ (od Š108 do Š187). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 38 m.

Podélný profil stoky C (příloha č. 43)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 550 (od Š13 do Š196); DN 500 (od Š196 do Š200); DN 300 (od Š200 do Š208), sklon potrubí 21 ‰ (od Š13 do Š193); 8 ‰ (od Š193 do Š196); 4,1 ‰ (od Š196 do Š200); 4,7 ‰ (od Š200 do Š208). Napojuje se zde stoka C-1, C-2, C-3. Celková délka potrubí ve stoce je 574 m.

Podélný profil stoky C-1 (příloha č. 44)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š193 do Š213); DN 250 (od Š213 do Š218), sklon potrubí 34 ‰ (od Š193 do Š218). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 244 m.

Podélný profil stoky C-2 (příloha č. 45)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 300 (od Š196 do Š222); DN 250 (od Š222 do Š228), sklon potrubí 35 ‰ (od Š196 do Š228). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 272 m.

Podélný profil stoky C-3 (příloha č. 46)

V projektu je navrženo kanalizační potrubí DN 250 (od Š200 do Š238), sklon potrubí 29 ‰ (od Š200 do Š238). Žádná stoka se zde nenapojuje. Celková délka potrubí ve stoce je 219 m.

4.3.4 Hydrotechnická situace

Opět kresleno pomocí programu AutoCAD v měřítku 1:500 a v totožném rozdělení jednotlivých výkresů jako při koordinačních situacích. Celá obec byla rozdělena do 78 okrsků, přičemž maximální možná plocha v jednom okrsku je 1 ha (100 x 100 metrů) – 10 000 m². Více informací k nahlédnutí je v příloze číslo 47. SOUČTOVÁ METODA - TABULKA“. Celková plocha kanalizačního povodí je 44,37 ha. Vzorový hektar je zakreslen v situacích čerchovanou čarou.

Tabulka 1 Přehled kanalizačních okrsků

Název stoky	Číslo kanalizačního okrsku	Plocha jednotlivých kanalizačních okrsků [ha]	Délka stoky v okrsku [m]	Název stoky	Číslo kanalizačního okrsku	Plocha jednotlivých kanalizačních okrsků [ha]	Délka stoky v okrsku [m]
C-3	1	0,92	105	B-5-2	40	0,70	139
C-3	2	0,79	114	B-5-1	41	0,37	66
C-2	3	0,81	87	B-5	42	0,21	30
C-2	4	0,60	76	B-5	43	0,34	80
C-2	5	0,69	109	B-5	44	0,53	74
C-1	6	0,63	56	B-5	45	0,44	111
C-1	7	0,81	70	B-5	46	0,27	72
C-1	8	0,59	43	B-5	47	0,36	56
C-1	9	0,52	75	B-5	48	0,65	105
C	10	0,99	214	B-4-1	49	0,45	89
C	11	0,72	70	B-4	50	0,60	52
C	12	0,83	80	B-4	51	0,95	120
C	13	0,95	83	B-4	52	0,77	163
C	14	0,99	65	B-4	53	0,46	94
C	15	0,50	62	B-3	54	0,62	54
A-3-1	16	0,78	109	B-3	55	0,50	80
A-3	17	0,85	132	B-2-2	56	0,18	29
A-3	18	0,02	19	B-2-1	57	0,66	82
A-2-1	19	0,27	50	B-2	58	0,35	79
A-2	20	0,55	37	B-2	59	0,03	21
A-2	21	0,68	101	B-1	60	0,57	89
A-2	22	0,47	78	B	61	0,29	51
A-1-1	23	0,74	122	B	62	0,53	93
A-1	24	0,43	59	B	63	0,63	88
A-1	25	0,33	93	B	64	0,44	82
A	26	0,28	84	B	65	0,36	106
A	27	0,68	140	B	66	0,88	97
A	28	0,54	95	B	67	0,64	70
A	29	0,04	20	B	68	0,22	82
A	30	0,54	57	B	69	0,40	114
A	31	0,93	100	B	70	0,92	177
A	32	0,92	148	B	71	0,82	120
A	33	0,21	38	B	72	0,70	73
B-8	34	0,24	38	B	73	0,95	125
B-7	35	0,43	63	B	74	0,78	126
B-6	36	0,36	63	A	75	0,81	77
B-5-5	37	0,39	50	A	76	0,62	53
B-5-4	38	0,44	50	A	77	0,91	140
B-5-3	39	0,19	65	A	78	0,81	130

4.3.5 Hydrotechnické výpočty

Pro určení dostatečného potrubí s optimálním sklonem pro danou územní oblast, byl vypracován hydrotechnický výpočet (Příloha č. 47). K dimenzování jednotné gravitační stoky byla použita tzv. součtová metoda, která je založena na dimenzování největšího průtoku odváděné odpadní vody. Následně byla přehledně zpracována tabulka v aplikaci Microsoft Office Excel, který slouží jako tabulkový procesor.

Uvedení obecných vzorců, použitých při výpočtu

Stoka (sloupec č. 1)

První sloupec označuje názvy veškerých stok, projektovaných ve výkresech hydrotechnické situace.

Číslo kanalizačního okrsku (sloupec č. 2)

Veškeré výkresy s hydrotechnickou situací byly rozděleny do 78 okrsků, které jsou v tomto sloupci značeny příslušným číslováním.

Plocha povodí (sloupec č. 3)

Obsahuje velikost jednotlivých povodí, vyjádřených v jednotce hektar [ha]. Plocha povodí byla navržena tak, aby její velikost nepřesahovala více než 1 ha.

Specifický odtok (sloupec č. 4)

Vyjadřuje, kolik vody z dané oblasti odteče za jednotku času. Používá se jednotka ($l \cdot sec^{-1} \cdot ha$) a vypočítá se pomocí následujícího vzorce. Počet obyvatel se vynásobí specifickou spotřebou vody na osobu za den a vydělí se časem jednoho dne (vyjádřeného v sekundách). Poté se celý složený zlomek ještě vydělí celkovou plochou povodí.

$$Q_s = \frac{P_o \cdot S_o}{P_p} = \frac{800 \cdot 110}{44,37} = 0,023 l \cdot sec \cdot ha$$

(1)

Qs...specifický odtok

Po...počet obyvatel

So...specifická spotřeba vody

Pp...celková plocha povodí

Odtokový součinitel (sloupec č. 5)

Tento součinitel zpřesňuje druh převládajícího povrchu (vzorový hektar) a vyjadřuje, jaké množství srážek samovolně steče po povrchu. Je dán následujícím vzorcem:

$$\psi_c = \frac{S_1 \cdot \psi_1 + S_2 \cdot \psi_2 + S_3 \cdot \psi_3}{\sum S} = \frac{0,14 \cdot 0,90 + 0,21 \cdot 0,80 + 0,65 \cdot 0,10}{1} = 0,359 \quad (2)$$

$\sum S$...plocha o rozměru 1 hektar

S_1, S_2, S_3 ...velikost jednotlivých druhů ploch ve vzorovém hektaru

Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 ...odtokový součinitel pro jednotlivé povrchy

Tabulka 2 Přehled odtokových součinitelů pro jednotlivé povrchy

Ozn.	Druh terénu	Součinitel	Velikost
S1	Zastavěné plochy a střechy	$\Psi_1 = 0,9$	0,14 ha
S2	Asfaltové komunikace	$\Psi_2 = 0,8$	0,21 ha
S3	Louky, pole, zelené pásy	$\Psi_3 = 0,1$	0,65 ha

Vzorový hektar byl umístěn na takové lokalitě, aby co nejpřesněji reprezentoval většinu odkanalizované oblasti.

Redukovaná plocha dílčí (sloupec č. 6)

Je vypočtena pomocí redukované plochy a odtokového součinitele.

$$S_d = S_s + \psi \quad (3)$$

S_d ...redukovaná plocha dílčí

S_s ...plocha povodí

Ψ ...odtokový součinitel

Redukovaná plocha celková (sloupec č. 7)

Vypočteme postupným načítáním ve směru sklonu stoky, až k ústí ČOV. Důležitá je i suma čísel z následujícího sloupce, ke kontrole dalšího výpočtu.

Intenzita redukovaného deště (sloupec č. 8)

Je stanovena na základě dlouhodobého monitorování v oblasti na $145 \text{ l} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \text{ha}$.

Dílčí dešťový průtok maximální (sloupec č. 9)

Vypočítá se ze vzorce:

$$Q_d = S_s + \psi_s \cdot i \quad (4)$$

Q_d ...maximální dešťový průtok dílčí

S_s ...plocha povodí, v jednotlivé části stoky

Ψ_s ...střední součinitel odtoku

i ...intenzita redukováného deště

Dílčí splaškový průtok maximální (sloupec č. 10)

Hodnota se vypočítá z následujícího vzorce:

$$Q_d = S_s \cdot i \quad (5)$$

Q_d ...maximální splaškový průtok dílčí

S_s ...plocha povodí, v jednotlivé části stoky

i ...intenzita redukováného deště

Celkový splaškový průtok maximální (sloupec č. 11)

V tomto sloupci se sečtou všechny navazující hodnoty maximálního splaškového průtoku. Postup při sčítání hodnot je podobný, jako u celkové redukované plochy, ve směru sklonu k ČOV.

Celkový průtok dimenzovaný (sloupec č. 12)

Opět se jedná o načítání souvisejících hodnot celkového dimenzovaného průtoku a sčítání maximálního dešťového průtoku dílčího a splaškového celkového.

$$Q_{\text{dim}} = Q_d + Q_{sc} \quad (6)$$

Q_{dim} ...dimenzovaný průtok celkový

Q_d ...dílní průtok dešťový

Q_{sc} ...dešťový průtok celkový

Sklon dna (sloupec č. 13)

Sklon dna je navrhnout s úmyslem kopírování potrubí s upraveným terénem v dané zemině a s dostatečným krytím. Je zde dodržen maximální a minimální sklon pro odtok.

Navržený profil (sloupec č. 14)

DN je navrhováno na základě sklonu potrubí a na hodnotě maximálního dimenzovaného průtoku celkového, pomocí hydraulických tabulek použitého potrubí (PE-HD).

Délka úseku (sloupec č. 15)

V každém kanalizačním okrsku je uvedena jeho délka.

Kapacitní průtok (sloupec č. 16)

Na základě sklonu a průměru navrženého potrubí, je z hydraulických tabulek, zjištěna příslušná hodnota kapacitního průtoku.

Kapacitní rychlost (sloupec č. 17)

Na základě sklonu a průměru navrženého potrubí, je z hydraulických tabulek, zjištěna příslušná rychlostní hodnota.

Skutečné plnění (sloupec č. 18)

Interpolovaná hodnota lambdy, je získána z hydraulických tabulek a poté je násobena poloměrem použitého potrubí v dané lokaci. Poloměr potrubí dosazujeme v metrových jednotkách.

Skutečná rychlost (sloupec č. 19)

Vypočítá se pomocí vzorce:

$$v_{skut} = \frac{\chi}{100} \cdot v_{kap} \quad (7)$$

v_{skut} ...rychlost skutečná

v_{kap} ...rychlost kapacitní

χ ...kapa součinitel

Doba průtoku - jednotlivá (sloupec č. 20)

Vypočítá se, ze vztahu:

$$t = \frac{l}{v_{skut}} \quad (8)$$

t ...průtočná doba

l ...délka jednotlivého úseku

v_{skut} ...skutečná rychlost

Doba průtoku - celková (sloupec č. 21)

Je načtena hodnotami, ze souvisejících stok. Celková doba průtoku je v sekundách. Celková maximální doba průtoku splašků ve stoce by neměla přesáhnout delší dobu, než 15 minut.

Celková doba průtoku (sloupec č. 22)

Přepočítané hodnoty v minutách.

Součinitel lambda (sloupec č. 23)

Vypočtení součinitele je dáno vzorcem:

$$\lambda = \frac{Q_{\text{dim}}}{Q_{\text{kap}}} \quad (9)$$

λ ...lambda součinitel

Q_{kap} ...plocha dimenzovaného povodí v daném úseku stoky

Q_{dim} ...dílní max. splaškový průtok

Součinitel kapa (sloupec č. 24)

Hodnota je získána pomocí interpolace součinitele lambda v tabulkách.

5 Odhad ekonomických nákladů

Odhad ekonomických nákladů na výstavbu kanalizačního díla je vypracován Sborníkem cen stavebních prací 2006 AP 800 „Běžné stavební práce“. Je zde ocenění jak stavebních prací, tak i materiálu použitého ke stavbě. Tento sborník je určený pro orientační sestavování cenových nabídek a rozpočtů. Náklady jsou tedy pouze přibližné.

831 35 Kanalizace z trub PE-HD hrdlových

Zahrnuje hloubení rýh zapažených, šířky do 200 cm, hloubky 3 m, v hornině 3 (včetně příplatku za lepivost), pažení a rozeprání rýh příložné (pro jakoukoliv mezerovitost) včetně přepažování rozeprání a odstranění, s uložením materiálu do 3 m od okraje výkopu, svislé přemístění výkopku, s naložením přebytku po zásypu (0,08 – 2,22 m³/m rýhy) na dopravní prostředek, s odvozem do 6 km a uložením na skládku, lože pod potrubí z písku a štěrkopísku do 100 mm. Dodávka a montáž potrubí z trub PE-HD hrdlových, obsyp potrubí prohozenou zeminou sypaninou připravenou podél výkopu ve vzdálenosti do 3 m od jeho okraje, pro jakoukoliv míru zhutnění, zásyp rýhy sypaninou z jakékoliv horniny, s uložením výkopu ve vrstvách, se zhutněním.

Tabulka 3 Cena potrubí

Potrubí DN [mm]	Délka [m]	Cena za metr	Celk. cena (vč. zp. a nezp. trasy) [Kč]
1200	400	7 165 Kč	2 866 000,00 Kč
800	621	5 800 Kč	3 601 800,00 Kč
700	234	4 875 Kč	1 140 750,00 Kč
600	318	4 000 Kč	1 272 000,00 Kč
550	364	3 635 Kč	1 323 140,00 Kč
500	170	3 500 Kč	595 000,00 Kč
400	580	3 120 Kč	1 809 600,00 Kč
300	1067	2 750 Kč	2 934 250,00 Kč
350	2672	2 510 Kč	6 706 720,00 Kč
250	183	2 205 Kč	403 515,00 Kč
Celková cena:			22 652 775 Kč

212 81 Trativody z flexibilních trubek299 Kč/m.....3000m = **897 000 Kč****831 99-00 Příplatek za trasu ve vozovce**

Zahrnuje řezání živičného krytu, odstranění podkladu kameniva z hrubého drceného, naložení a odvezení suti, vyspravení asfaltového krytu z kameniva těženého nebo ze šterkopísku obaleného asfaltem.

2240 Kč/m.....6000m = **13 440 000 Kč****832 12 Protlakové práce a podvrty****Tabulka 4** Cena za protlakové práce jednotlivých potrubí

DN [mm]	Délka [m]	Cena za metr	Celková cena [Kč]
800	18	2 300 Kč	41 400,00 Kč
700	11	2 000 Kč	22 000,00 Kč
350	18	1 300 Kč	23 400,00 Kč
300	11	1 200 Kč	13 200,00 Kč
250	51	1 000 Kč	51 000,00 Kč
Celková cena			151 000 Kč

894 41 Šachtice z betonových dílců

Zřízení šachet kanalizačních z betonových dílců, s obložením dna betonem B 30 z cementu portlandského nebo struskoportlandského, podkladní prstenec z prostého betonu B 10 pod poklop do výšky 10 cm, dodávka a osazení poklopu litinového kruhového včetně rámu.

Tabulka 5 Cena za konstrukce v kanalizaci

Položka	Kusů	Cena za kus	Cena celková
Vstupní šachty	16	33 000 Kč	528 000,00 Kč
Lomové šachty	214	30 000 Kč	6 420 000,00 Kč
Spojná komora	8	48 000 Kč	384 000,00 Kč
Součet všech položek			7 332 000 Kč

Konečná částka na realizaci výstavby kanalizace v obci Rovensko je s hrubým odhadem zaokrouhlena na 44 500 000 Kč. V součtu ekonomických nákladů, nejsou zahrnuty náklady na výstavbu ČOV, rezervní náklady či neočekávané situace. Výstavba ČOV pro 850 EO je hrubě odhadována na 15 000 000 Kč - 20 000 000 Kč.

Jelikož se jedná o velmi nákladné dílo, uvažuje se žádost o přiznání dotací, od strukturálních fondů EU. Například Fond soudružnosti – EU nebo získání dotace a půjčky na výstavbu od resortu životního prostředí - Státní fond životního prostředí, který na tyto akce přispívá.

6 Závěr

Cílem bakalářské práce je návrh odkanalizování obce Rovensko s 850 ekvivalentními obyvateli. Tato práce má prokázat schopnost aplikovat jednotný gravitační systém kanalizace na reálném podkladu. Dále tato práce dokazuje, že i v současné době je potřeba neustále se vzdělávat a poskytovat informace veřejnosti o tom, jak správně kanalizaci užívat a naopak, k čemu již kanalizace určena není; zajistit tak její bezporuchovou, dlouhodobou životnost a správnou funkci.

Celá práce je rozdělena na dvě části, na část teoretickou a část projektovou – praktickou. První část je věnována popisu obce a jejímu okolí, přírodním poměrům, problémům současného stavu tlakové kanalizace. Jsou zde uvedeny platné zákony, vyhlášky a normy související s problematikou odkanalizování. Technické možnosti, metody, zásady při návrhu stokových sítí jsou spolu s druhem používaných materiálů, zkoušky vodotěsnosti a čištění stokových sítí hlavní náplní této části.

Praktická část zahrnuje seznam možných variant odkanalizování a výběr nejvhodnější metody, kterou lze použít pro úspěšné odkanalizování odpadní vody z obce. Každá varianta má své přednosti i slabiny. Byla navržena jednotná gravitační kanalizace a návrh vybudování čistírny odpadních vod v obci pro 850 EO, neboť se jevila jako nejefektivnější a nejekonomičtější.

Projektová část dále obsahuje projektovou dokumentaci, situační výkresy v měřítku 1:500 a 1:2000, příčné schéma potrubí kanalizace, výkresy hydrotechnické situace 1:500, které jsou podloženy hydrotechnickým výpočtem. Výškové vedení samotného potrubí je řešeno ve výkresech – podélné profily stoky. Poslední část zahrnuje ekonomickou stránku celého díla, které bylo stanoveno z ceníku na přibližnou sumu 44 500 000 Kč. Výstavba čistírny odpadních vod v obci Rovensko pro 850 ekvivalentních obyvatel, byla hrubým odhadem stanovena na 15 000 000 – 20 000 000 Kč.

Tato práce neobsahuje řešení napojení a projektovou činnost přípojek z rodinných domů a průmyslových zařízení, osazení uličních vpustí, křížení kanalizačního potrubí s inženýrskými sítěmi a podrobnou specifikaci návrhu čistírny odpadních vod. Veškeré přílohy jsou v digitální podobě na přiloženém CD.

7 Seznam použité literatury

- [1] Valená klenba. *WikimediaUpload* [online]. 2015 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/29/KLenba_ciheln%C3%A1.PNG/180px-KLenba_ciheln%C3%A1.PNG
- [2] Historie odpadních vod. *Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.* [online]. 2015 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://www.bvk.cz/o-spolecnosti/odvadeni-a-cistení-odpadních-vod/>
- [3] Obec Rovensko. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Olomouckého kraje* [online]. 2015 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://mapy.kr-olomoucky.cz/prvk/PDF/KARTY/7113_022_01_14205.pdf
- [4] Rovensko. *Obec Rovensko* [online]. 2015 [cit. 2014-03-21.] Dostupné z: <http://www.rovensko-morava.cz/>
- [5] Rovensko znak. *Svatební oznámení, fotobanka* [online]. 2015 [cit. 2014-04-]. Dostupné z: <http://www.fotodoma.cz/su-rovensko/znak-rovensko.png>
- [6] CZUDEK, Tadeáš. *Reliéf Moravy a Slezska v kvartéru*. Tišnov: Sursum, 1997, 213 s. ISBN 80-85799-27-8.
- [7] Odtok podzemních vod. *Český hydrometeorologický ústav - Úsek hydrologie* [online]. 2015 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/opzv/zakl_odt/zakl_odt.htm
- [8] Vyhláška č. 5/2011Sb., *O vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod*.
- [9] Rovensko kanalizace. *Obec Rovensko* [online]. 2015 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: http://www.rovensko-morava.cz/e_download.php?file=data/editor/164cs_6.pdf&original=Kanaliza%C4%8Dn%C3%AD+%C5%99%C3%A1d+odd%C3%ADn%C3%A9+stokov%C3%A9+s%C3%ADt%C4%9B+Rovensko.pdf
- [10] Učpané čerpadlo. *Obec Rovensko* [online]. 2015 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: http://www.rovensko-morava.cz/data/editor/164cs_2.jpg?gcm_date=1408955069
- [11] ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Český normalizační institut, 2008
- [12] Zákony pro lidi. *Předpis č. 183/2006 Sb.* [online]. 2015. [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>

- [13] Zákon č. 254/2001 Sb. – *Zákon o vodách (Vodní zákon)*. 2001.
- [14] Zákon č. 274/2001 sb. - *Zákon o vodovodech a kanalizacích*. 2001
- [15] Vyhláška č. 62/2013 Sb. - *Vyhláška o dokumentaci staveb*. 2013
- [16] Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., *Nařízení o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech*. 2013
- [17] ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [18] ČSN 73 6005 *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- [19] ČSN 01 3463. *Výkresy inženýrských staveb - Výkresy kanalizace*. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [20] ČSN 75 6909. *Zkoušky vodotěsnosti stok a kanalizačních přípojek*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [21] HASÍK, Otakar a Jarmila DOSTÁLOVÁ. *Vodní stavitelství: pro rozsah studia jednoho ročníku*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002, 236 s. ISBN 80-248-0078-0.
- [22] MWH ; REVISED BY JOHN C. CRITTENDEN. [ET AL.]. *Watertreatment: principles and design*. 2nd ed. Spojené státy americké: Wiley, c2005. ISBN 0- 471-11018-3.
- [23] Ismail, A. F. Yuliwati, E., 2010: *Membrane Science and Technology for Wastewater Reclamation*. Dostupné z: <http://www.eolss.net/>
- [24] KAŇKA, Jiří. *Provozování a bezpečnost stok a čistíren odpadních vod*. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2013. 111 s. ISBN 978-80-87472-52-1.
- [25] ČSN 75 6101. *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [26] Gravitační kanalizace. *PlastovýProgram.cz* [online]. 2015 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.plastovy-program.cz/clanek-gravitacni-kanalizace>
- [27] NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. *Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 1998, 149 s. ISBN 80-01-01729-x.

- [28] Pneumatická kanalizace. *Fakulta stavební (FAST) VŠB -TUO*. [Online] 2015. [Citace: 7. duben 2014.] Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/8.html>
- [29] KUKLA Václav a kol. *Zásobování vodou a kanalizace pro 3. a 4. ročník středních průmyslových škol stavebních: Učební text pro stud. Obor technická zařízení budov*. Vyd. 1. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1966, 360 s.
- [30] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Příručka stokování a čištění odpadních vod*. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001, 251s. ISBN 80-86020-30-4.
- [31] SYNÁČKOVÁ, Marcela. *Čistota vod*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994, 208 s. ISBN 80-01-01083-x.
- [32] ŽABIČKA, Zdeněk. *Vodovod a kanalizace*. 1. vyd. Brno: ERA, 2003, VIII, 118 s. ISBN 80-86517-52-7.
- [33] *Technické standardy pro kanalizační zařízení ve správě Technických služeb Hostivice PROJECT ISA s.r.o. září 2010 účinnost od 2010*. Dostupné z: http://www.ts.hostivice.cz/wp-content/uploads/KANALIZACE_textova_cast.pdf
- [34] Litinové kanalizační potrubí. *ABS-portál.cz - Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. 2015 [cit. 2014-04-07]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/potrubí-z-tvarne-litiny>
- [35] Vejčitá stoka. *Stavební investorské noviny* [online]. 2015 [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://tvstav.cz/user/data/modul-images/1757-preview-dip3.jpg>
- [36] HASÍK, Otakar a Jarmila DOSTÁLOVÁ. *Stavby pro zásobování vodou a odkanalizování: pro rozsah studia jednoho semestru*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002, 116 s. ISBN 80-248-0222-8.
- [37] Vstupní šachta. *Fakulta hornicko-geologická (HGF) VŠB –TUO, Vodohospodářská zařízení II.* [online]. 2015 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/images/image105.jpg>
- [38] ČÍŽEK, Pavel, František HEREL a Zdeněk KONÍČEK. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970, 400 s.
- [39] URCIKÁN, Pavol a Ladislav IMRIŠKA. *Stokovanie a čistenie odpadových vôd: tabuľky na výpočet stôk*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1986, 237 s.
- [40] HERLE, Jaromír. *Vodovodní a kanalizační tabulky*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1983, 408 s.

- [41] Zkouška vodotěsnosti. *Fakulta stavební (FAST) VŠB -TUO* [online]. 2015 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/pict/605.png>
- [42] KLEPSATEL, František, Markéta TEUCHNEROVÁ a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2007, 144 s. ISBN 978-80-8076-053-3.
- [43] Čištění stok. *ABS-portál.cz - Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. 2015 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: <http://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/inzenyrske-site/cisteni-a-pruzkum-stokovych-siti>
- [44] Čistící kombinovaný vůz. *Fakulta hornicko-geologická (HGF) VŠB –TUO, Vodohospodářská zařízení II.* [online]. 2015 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/10_ztraty_a_cisteni.html

8 Seznam obrázků, tabulek a příloh

8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Valená klenba [1]	1
Obrázek 2 Obec Rovensko a okolí [3]	3
Obrázek 3 Znak obce Rovensko [5]	4
Obrázek 4 Rovenská přehrada [6]	5
Obrázek 5 Ucpané čerpadlo [10]	6
Obrázek 6 Schéma tlakové stokové zokruhované sítě [27]	12
Obrázek 7 Modifikovaná stoková soustava [30]	14
Obrázek 8 Betonová vejčitá stoka s čedičovým obložením [35]	18
Obrázek 9 Vstupní šachta [37]	19
Obrázek 10 Ukázka provedení zkoušky vodotěsnosti [41]	23
Obrázek 11 Ukázka čištění pomocí kombinovaného vozu [44]	24

8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled kanalizačních okrsků	32
Tabulka 2 Přehled odtokových součinitelů pro jednotlivé povrchy	34
Tabulka 3 Cena potrubí	38
Tabulka 4 Cena za protlakové práce jednotlivých potrubí	39
Tabulka 5 Cena za konstrukce v kanalizaci	39

8.3 Seznam příloh

Příloha č. 1	Příčný profil kanalizace
Příloha č. 2	Situace přehledná
Příloha č. 3	Koordinační situace č.1
Příloha č. 4	Koordinační situace č.2
Příloha č. 5	Koordinační situace č.3
Příloha č. 6	Koordinační situace č.4
Příloha č. 7	Koordinační situace č.5
Příloha č. 8	Koordinační situace č.6
Příloha č. 9	Koordinační situace č.7
Příloha č. 10	Koordinační situace č.8
Příloha č. 11	Hydrotechnická situace č.1
Příloha č. 12	Hydrotechnická situace č.2
Příloha č. 13	Hydrotechnická situace č.3
Příloha č. 14	Hydrotechnická situace č.4
Příloha č. 15	Hydrotechnická situace č.5
Příloha č. 16	Hydrotechnická situace č.6
Příloha č. 17	Hydrotechnická situace č.7
Příloha č. 18	Hydrotechnická situace č.8
Příloha č. 19	Podélný profil stoky A
Příloha č. 20	Podélný profil stoky A-1
Příloha č. 21	Podélný profil stoky A-1-1
Příloha č. 22	Podélný profil stoky A-2
Příloha č. 23	Podélný profil stoky A-2-1
Příloha č. 24	Podélný profil stoky A-3
Příloha č. 25	Podélný profil stoky A-3-1
Příloha č. 26	Podélný profil stoky B
Příloha č. 27	Podélný profil stoky B-1
Příloha č. 28	Podélný profil stoky B-2
Příloha č. 29	Podélný profil stoky B-2-1
Příloha č. 30	Podélný profil stoky B-2-2
Příloha č. 31	Podélný profil stoky B-3

- Příloha č. 32 Podélný profil stoky B-4
- Příloha č. 33 Podélný profil stoky B-4-1
- Příloha č. 34 Podélný profil stoky B-5
- Příloha č. 35 Podélný profil stoky B-5-1
- Příloha č. 36 Podélný profil stoky B-5-2
- Příloha č. 37 Podélný profil stoky B-5-3
- Příloha č. 38 Podélný profil stoky B-5-4
- Příloha č. 39 Podélný profil stoky B-5-5
- Příloha č. 40 Podélný profil stoky B-6
- Příloha č. 41 Podélný profil stoky B-7
- Příloha č. 42 Podélný profil stoky B-8
- Příloha č. 43 Podélný profil stoky C
- Příloha č. 44 Podélný profil stoky C-1
- Příloha č. 45 Podélný profil stoky C-2
- Příloha č. 46 Podélný profil stoky C-3
- Příloha č. 47 Součtová metoda – tabulka